

JA 0175003

JUL 1983

88-244820/35 L01 V07 TOKE 16.01.87  
 TOSHIBA KK \*J6 3175-808-A  
 16.01.87-JP-006125 (20.07.88) G02b-06/12  
 Optical waveguide mfr. - involves contacting porous glass with soln.  
 contg. component which increases the refractive index  
 C88-109400

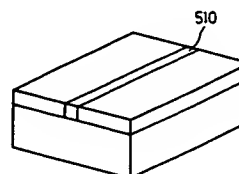
L(1-A1, 1-A6C, 1-F4, 1-L5, 3-G2)

treatment at 1,000 deg.C. (7pp Dwg.No.1/5)

The porous glass is contacted with a soln. contg. a component that increases the refractive index of the transparent glass made from the porous glass. Local heating is carried out to dry up or solidify the component in the soln. before removing the undried portion from the porous glass. Heat-treatment is carried out to turn the porous glass into transparent glass.

USE/ADVANTAGE - A three-dimensional optical wave guide with control of the thickness of the wave guide layer, and the number of openings is necessary, as well as the control of the width of the wave guide. Optical links between optical wave guide or with semiconductor lasers accompany low losses.

In an example, a glass body (1) ( $\text{SiO}_2$  75%,  $\text{B}_2\text{O}_3$  20%,  $\text{Na}_2\text{O}$  5%) is heat-treated at 600 deg.C to phase sepn., and then subjected to HCl etching to remove  $\text{B}_2\text{O}_3$ - $\text{Na}_2\text{O}$ -rich phase. The resultant porous glass (2) is dipped in a solution (21) containing titanium alcoholate water and alcohol. An excimer laser beam is then irradiated to form titanium oxide gel (3). Non-reacted titanium alcoholate is then removed with  $\text{CCl}_4$  (22). An optical wave guide (6) is formed by heat-



© 1988 DERWENT PUBLICATIONS LTD.  
 128, Theobalds Road, London WC1X 8RP, England  
 US Office: Derwent Inc. Suite 500, 6845 Elm St. McLean, VA 22101  
 Unauthorised copying of this abstract not permitted.

ADD

385-129

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

⑯ 発明の名称 光導波路の製造方法

⑰ 特 願 昭62-6125

⑱ 出 願 昭62(1987) 1月16日

⑲ 発 明 者 吉 永 彰 俊

所内

⑳ 出 願 人 株 式 会 社 東 芝

㉑ 代 理 人 弁 理 士 則 近 憲 佑

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

外1名

外1名

明 細 書

2. 特許請求の範囲

光導波路の製造方法

(1) 光導波路の製造方法において、多孔質ガラ

スを形成する工程と、多孔質ガラスと、該多孔質

ガラスが透明ガラスになったとき屈折率を上昇せ

しめる成分を含む溶液とを接触させる工程と、こ

れを局部的に加熱し、前記成分を乾燥あるいは固

化する工程と、未乾燥成分を多孔質ガラス中より

除去する工程と、全体を熱処理して透明ガラスと

する工程を含むことを特徴とする光導波路の製造

方法。

(2) 前記多孔質ガラスは、熱処理によって分相

しやすいガラスを、熱処理により分相させ、酸で

エッチングすることにより形成することを特徴と

する特許請求の範囲第1項記載の光導波路の製造

方法。

(3) 前記分相しやすいガラスは、10%以下のフ

ルカリ金属酸化物を含む、ホウケイ酸ガラスであ

べき基板を、所要の成分となるべき酸の金属フ

光導波路の製造方法。

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第3の工程、前記成分を乾燥あるいは固化する第3

の工程、未乾燥成分を多孔質ガラス中より除去す

る第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

ガラスとする第5の工程を含むことを特徴とする

第4の工程、びかる後、全体を熱処理して透明

より第7図(8)に示すように基板31に屈折率分布パターンを有する導波路33を形成する。

これらの製造方法により作製された光導波路は、それ自体では低損失等の比較的良好な特性を有するものの、しかしながら、半導体レーザ(LD)など他の光学素子との結合、あるいは途中に干渉膜フィルタ等の光学素子の挿入においては、光学素子との光結合損失、光導波路同志の光結合損失が大いといった問題があった。すなわち、従来の製造方法では、光導波路の長方向に対して、幅は比較的容易に変化させるのに対し、導波路の厚みと開口数を変化させるのは非常に困難であった。

そのため、例えば、第7図(A)のような光導波路を介して、光導波路に直接LDと光ファイバが接続される場合を考えると、LDと光導波路の光結合を良好なものとするためには光導波路の開口数を大きくする必要がある。しかしながら、光導波路の開口数を大きくすると光ファイバとの結合損失が増大するといった問題があった。

ルコラートを含む溶液中に、浸せき、引き上げ、乾燥、固化、の工程を繰り返すことにより形成することを特徴とする特許請求の範囲第6項記載の

光導波路の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(発明の目的)

(産業上の利用分野)

この発明は、光通信、光情報処理等で使用する

光導波路の製造方法に関する。

(従来の技術)

従来における3次元パターンあるいは屈折率パ

ターンを有する光導波路の作成方法としては、次

のようなものがある。まず、基板上にCVD法あ

るいはVAD法を利用してガラス薄膜を形成し、

レジストを用いてリソグラフィ工程を経た後に、

図(A)に示すように基板31に3次元パターンを有

する導波路32を形成する。あるいは同じくリソグ

ラフィ工程により適当なマスクを付着させた後、

高温でドーパントをガラス中にドーピングすることに

(発明が解決しようとする問題点)

以上のように、従来技術による3次元光導波路

は、その長方向に対して、幅は比較的容易に変

化させるのに対し、導波路の厚みと開口数を変

化させるのは非常に困難であった。そのため、他

の光学素子との結合、あるいは途中に光学素子の

挿入においては、光学素子との光結合損失、光導

波路同志の光結合損失が大いといった問題があ

った。

本発明は、3次元光導波路のその長方向に対

して、幅のみでなく導波路の厚みと開口数をも変

化させられる光導波路の製造方法を提供すること

を目的とする。

(発明の構成)

(問題点を解決するための手段)

このような目的を実現するため、本発明による

光導波路製造方法は、以下のような工程を含んで

いる。

まず、エッチング処理した分相ガラスのような

多孔質ガラスを形成させた後、多孔質ガラスが透

(作用)

本発明による光導波路の製造方法は、3次元光

導波路の幅のみでなく、導波路の厚みと開口数をも

必要に応じて変化させた光導波路を実現すること

とができる。以下、前記技術的手段の作用につい

て説明する。

金属アルコラートは、加水分解させ、乾燥、固

化させることにより金属酸化物となり、また、殆

どの酸化物はガラスの1成分となることは知られ

たことである。すなわち、分相後膜によるエッチ

ングで残留したシリカ主成分の多孔質ガラス中に

以下、本発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

第1図は、第1の発明の実施例の工程例を説明する図である。まず、熱処理により分相しやすいガラス1を形成する。本実施例では、 $SiO_2$ ・75.  $B_2O_3$ ・20.  $Na_2O$ ・5%の組成のガラス1を所定の形状に加工した。これを600℃で熱処理を行い、 $B_2O_3$ ・ $Na_2O$ が主成分となる相と、 $SiO_2$ が主成分となる相とに分相させた。さらに、これを塩酸にてエッチングし、 $B_2O_3$ ・ $Na_2O$ が主成分となる相を溶出させ、 $SiO_2$ が主成分である多孔質ガラス2を形成させた。次にこれをチタニア・ルータ、水、アルコールを含む溶液21中に浸せさせ、溶液を多孔質ガラス2中に浸透させた後、光伝導部とすべき部分をA・Fエキシマレーザ光を開口数の大きいレンズで所定の場所に集光させて照射して加熱して酸化チタニアを含むゾルあるいはゲルを生成させる。その後、四塩化炭素22中に浸せさせ、未反応のチタニア・ルータを除去する。さらに、これを

金属アルコール、アルコール、水等を含む溶液を浸透させると、多孔質ガラス2中で加水分解、脱水が進み、ゾル状あるいはゲル状になる。この時、局部的に加熱すればその部分だけの反応、乾燥、固化が促進される。局部的に加熱した後、溶剤により多孔質ガラス2中の未乾燥溶液を除去し、これを熱処理し多孔質ガラス2を透明ガラスとすれば、金属酸化物は加熱した部分のみに残留することになる。シリカ主成分のガラス2に対し、殆どすべての金属酸化物は屈折率を上昇させる働きをするので加熱した部分は周囲より屈折率が高くなり、光伝導部が形成される。

溶剤による多孔質ガラス2中の未乾燥溶液の除去で、残存する金属酸化物の量は、加熱温度、時間、照射による加熱方法等を制御することにより、光伝導部の長で方向の幅、開口数を必要に応じて変化させることができる。

#### (実施例)

1000℃で熱処理して $SiO_2$ が主成分である透明ガラス5中に光伝導部6を形成した。

この工程において、石英ガラス5中にドーパする $IO_2$ の濃度は溶液21中のチタニア・ルータの濃度と、照射光の強度、照射時間によって制御することが出来る。すなわち、照射光の強度、照射時間によってゾルあるいはゲル化の進行性を制御できるので、比較的高濃度のチタニア・ルータ溶液を準備しておけば所要のドーパント濃度の光伝導部とすることができる。また、1000℃での熱処理においては、透明ガラス5になる過程で30%程度体積収縮が生じるが、予め収縮分を加味してガラス1を加工すれば所要の寸法の光伝導部を得ることができる。

第2図と第3図は、第1図の実施例の工程を用いて作製した光伝導路の実施例を示す図である。第2図は分布結合型の分枝、結合器で、第3図はスター型の分枝器であり、それぞれ所置のパターンとなるようレーザ光を入射して光伝導路7、8、9を作成した。

第4図から第6図は第1の発明の他の実施例により作製した光伝導路を説明する図である。第4図では光伝導路10は長で方向で光伝導部の開口数が変化している。第4図の光伝導路はレーザ光のエキシマレーザ速度を変化させ、光伝導部の開口数が大きいほどエキシマ速度を小さくして作製した。一方、第5図では光伝導路11は長で方向で光伝導部のサイズが変化している。第5図の光伝導路は2つの照射用光源を用い、一つは一定の強度とし、他方の強度を変化させながら加熱した。第6図は第5図の製造方法により作製した光回路用光伝導路の実施例を説明する図である。3個の光伝導路12、13、14の間に分岐用の干渉ミルタが挿入されるべき溝15が形成されている。光伝導路12に入射した光は、光伝導路12中を伝搬する間に低次モードに変換され溝15近傍での放射角度は小さくなる。そのため、光伝導路12と光伝導路13、光伝導路12と光伝導路14との光結合損失は小さくなる。次に、第2の発明の実施例を図面を参照して詳細に説明する。

る $\text{TiO}_2$ の温度は溶液521中のチタンアルコールの温度と、照射光の強度、照射時間によって制御することが出来る。すなわち、照射光の強度、照射時間によってゾルあるいはゲルの進行性を制御できるので、比較的高濃度のチタンアルコール溶液を準備しておけば所要のドーパント濃度の光伝搬部とすることが出来る。また、1000℃での熱処理においては、透明ガラスになる過程で30%程度体積収縮が生じるが、予め収縮分を加味してガラス膜52を堆積させれば所要の導波層厚を得ることが出来る。第8図と第9図は第1図の実施例の工程を用いて作製した光導波路の実施例を示す図である。第8図は分布結合型の分岐・結合器で、第9図は入出力型の分岐器であり、それぞれ所要のパターニングとなるようレーザー光をマスクして光導波路57を形成した。第10図から第14図は第2の実施例の他の実施例により作製した光導波路を説明する図である。第10図では光導波路59は長て方向で光導波路の幅が変

第7図は、本発明の実施例の工程例を説明する図である。まず、基板51上に分相しやすいガラス膜52を形成する。本実施例では基板51として石英ガラスを用い、 $\text{SiO}_2 \cdot 75$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3 \cdot 20$ 、 $\text{Na}_2\text{O} \cdot 5\%$ の組成のガラスをターゲットにしてスパッタ法で堆積させた。これを600℃で熱処理を行い $\text{B}_2\text{O}_3$ — $\text{Na}_2\text{O}$ が主成分となる相と、 $\text{SiO}_2$ が主成分となる相とに分相させた。さらに、これを塩酸にてエッチングし、 $\text{B}_2\text{O}_3$ — $\text{Na}_2\text{O}$ が主成分となる相を溶出させ、 $\text{SiO}_2$ が主成分である多孔質ガラス膜53を形成させた。次に、これをチタンアルコール、水、アルコールを含む溶液521中に浸せさせ、溶液を多孔質ガラス膜中に浸透させた後、光伝搬部とすべき部分を、A-Fエキソレーザー光を照射して加熱し、酸化チタンを含むゾルあるいはゲルを生成させる。その後、四塩化炭素522中に浸せさせ、未反応のチタンアルコールを除去する。さらに、これを1000℃で熱処理して光導波路56を形成した。この工程において、石英ガラス55中にドーパ

化している。第10図の光導波路はレーザー光の照射によるガラスを変化させることにより作製した。一方、第11図では光導波路510は長て方向で光導波路の開口数が増加している。第11図の光導波路はレーザー光のマスク速度を変化させ、光導波路の開口数が増加するマスク速度を小さくして作製した。第12図ではガラス膜55中に導波路サイズが長て方向で増加している光導波路511が埋め込まれている。第10図の光導波路はレーザー光を開口数の大きいレンズで絞り込み、導波路サイズの大きい部分ほど照射時間を長くして作製した。照射時間を長くするほど照射部周辺の温度が上昇し、導波路サイズを大きくすることが出来る。また、第13図ではガラス膜55の厚みが連続的に変化しており、光導波路512もその幅が連続的に変化している。第13図の光導波路はガラス膜の作成工程において、堆積させるべき基板を所要のガラス組成となるべき複数の金属アルコールを含む溶液中に浸せさせ、引き上げ、乾燥、固化、の工程を繰り返すことにより形成する方法で行った。

この時、引き上げ速度を連続的に変化させ、厚い部分ほど引き上げ速度を小さくし、第10図と同様にして光導波路512を作製した。第14図は第13図の方法で作製した光回路用光導波路の実施例を説明する図である。光導波路513、514、515の間に分岐用の干渉膜7ミルタが挿入されるべき溝516が形成されている。光導波路513に入射した光は、光導波路513中に伝搬する間に低次モードに変換され溝516近傍での放射角度は小さくなる。そのため、光導波路513と光導波路514、光導波路513と光導波路515との光結合損失は小さくなる。(発明の効果)

以上説明したように、本発明による光導波路の製造方法は、3次元光導波路の幅のみでなく、導波層の厚みと開口数をも必要に応じて変化させた光導波路を実現することが出来る。そのため、半導体レーザー(LD)など他の光学素子との結合、あるいは途中に干渉膜7ミルタ等の光学素子の挿入における光導波路同志の光結合も低損失に実現することが出来る。

4. 図面の簡単な説明

第1図は第1の発明を実施する1工程例を示す図、第2図乃至第6図は本発明の製造方法により作製した光導波路の例を説明する図、第7図乃至第14図は第2の発明を説明するための図、第15図は従来例による光導波路の例を説明する図である。

1, 2, 3, 4, 5' ... ガラス

6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 32, 33 ... 光導波路

21 ... 溶液

31 ... 基板

15 ... 溝

51, 531 ... 基板

52, 53, 54, 55, 55', 55'' ... ガラス膜

56, 57, 58, 59, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 532,

533 ... 光導波路

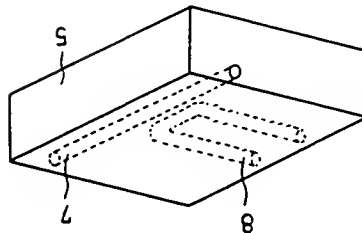
521 ... 溶液

516 ... 溝

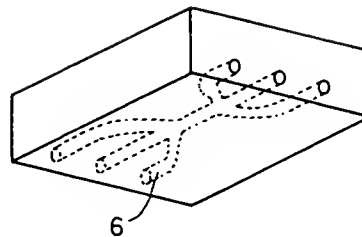
代理人 井理士 則近 泰佑

同 竹花 喜久男

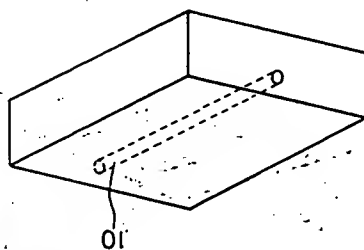
第2図



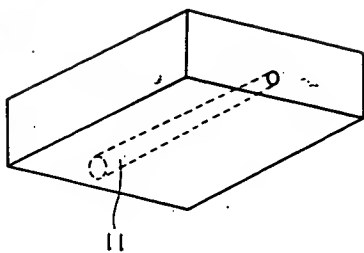
第3図



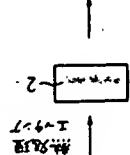
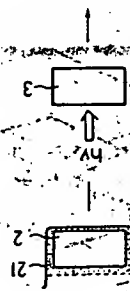
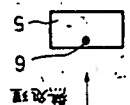
第4図



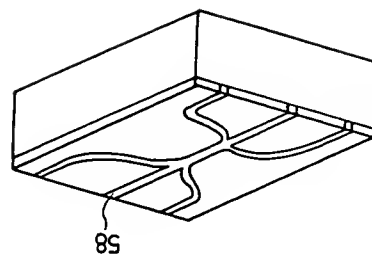
第5図



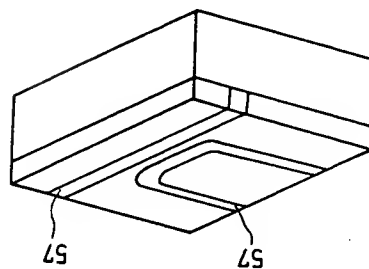
第1図



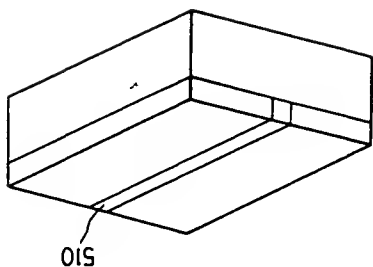
第 9 图



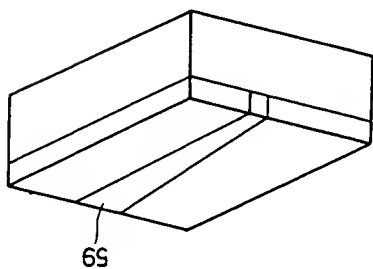
第 8 图



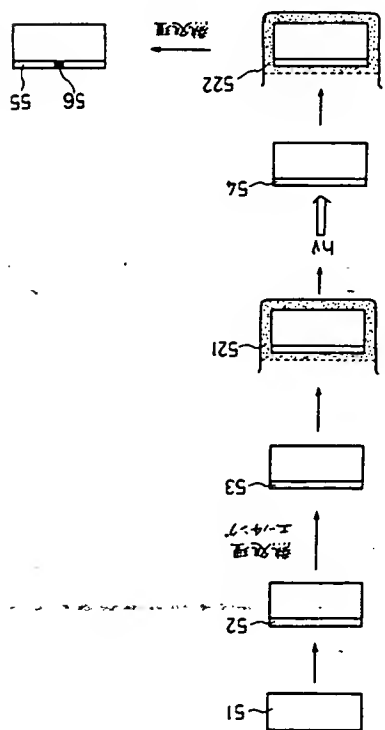
第 11 图



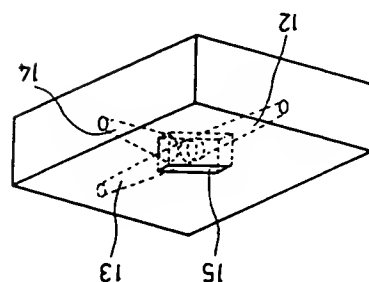
第 10 图



第 7 图

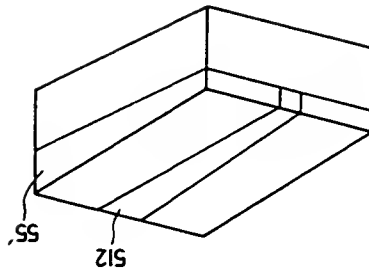


第 6 图

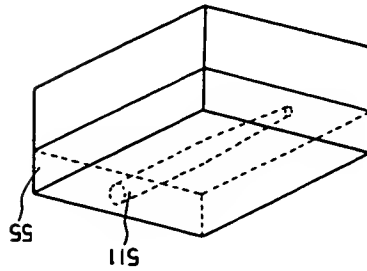




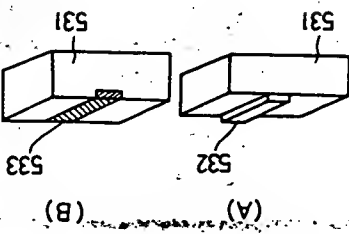
第 13 圖



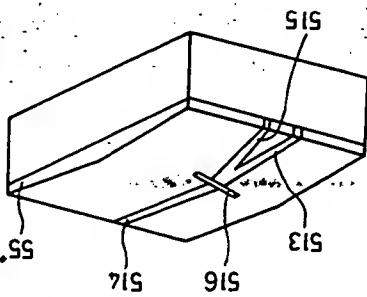
第 12 圖



第 15 圖



第 14 圖



THIS PAGE BLANK (USE PTG)